

**CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL
DE MUDAS DE MANGOSTÃO
(*Garcinia mangostana* L.)
MICORRIZADAS OU NÃO, EM
SUBSTRATO COM OU SEM
MATÉRIA ORGÂNICA**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - CPATU
Belém, PA

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Itamar Franco

Ministro da Agricultura e Reforma Agrária

Lázaro Barboza

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Presidente

Murilo Xavier Flores

Diretores

Eduardo Paulo de Moraes Sarmento

Ivan Sérgio Freire de Souza

Manuel Malheiros Tourinho

Chefia do CPATU

Dilson Augusto Capucho Frazão - Chefe

Emanuel Adilson Souza Serrão - Chefe Adjunto Técnico

Luiz Octávio Danin de Moura Carvalho - Chefe Adjunto de Apoio

ISSN 0100-8102

BOLETIM DE PESQUISA Nº 136

Novembro, 1992

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE MUDAS
DE MANGOSTÃO (*Garcinia mangostana* L.)
MICORRIZADAS OU NÃO, EM SUBSTRATO
COM OU SEM MATÉRIA ORGÂNICA

Elizabeth Ying Chu
Otniel Freitas Silva



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - CPATU
Belém, PA

2013 0913 1973

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n
Telefones: (091) 226-6612, 226-6622
Telex: (091) 1210
Fax: (091) 226-9845
Caixa Postal, 48
66.095-100 - Belém, PA

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações

Antonio Agostinho Müller
Célia Maria Lopes Pereira
Emanuel Adilson Souza Serrão
Emmanuel de Souza Cruz
Francisco José Câmara Figueirêdo - Presidente
Hércules Martins e Silva - Vice-Presidente
José Furlan Junior
Maria de Nazaré Magalhães dos Santos - Secretária Executiva
Miguel Simão Neto
Noemi Vianna Martins Leão
Ruth de Fátima Rendeiro Palheta

Revisores Técnicos

João Elias Lopes F. Rodrigues - EMBRAPA-CPATU
Sônia Maria Botelho Araújo - EMBRAPA-CPATU

Expediente

Coordenação Editorial: Francisco José Câmara Figueirêdo
Normalização: Célia Maria Lopes Pereira
Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Miguel Simão Neto (texto em inglês)
Composição: Bartira Franco Aires

CHU, E.Y.; SILVA, O.F. **Crescimento e nutrição mineral de mudas de mangostão** (*Garcinia mangostana* L.) **micorrizadas ou não, em substrato com ou sem matéria orgânica.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1992. 17p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 136).

1. Mangostão - Muda - Crescimento. 2. Mangostão - Nutrição mineral. 3. Mangostão - Micorriza - Efeito. I. Silva, O.F. colab. I. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). I. Título. II. Série.

CDD: 634.555.2

S U M Á R I O

INTRODUÇÃO	6
MATERIAL E MÉTODOS	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
CONCLUSÕES	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE MANGOSTÃO (*Garcinia mangostana* L.) MICORRIZADAS¹ OU NÃO, EM SUBSTRATO COM OU SEM MATÉRIA ORGÂNICA

Elizabeth Ying Chu²

Otniel Freitas Silva³

RESUMO: O efeito da inoculação com micorriza vesicular-arbuscular, em aumentar o crescimento e nutrição mineral das mudas de mangostão, foi avaliado num trabalho em casa de vegetação, conduzido em vasos de plástico com capacidade para dois quilos. Como substrato utilizaram-se: Latossolo Amarelo fumigado; composto constituído de duas partes de solo de mata, uma de esterco de gado e duas de serragem. Metade das mudas de cada substrato foi inoculada durante o transplante para o vaso, um mês após a germinação. Utilizou-se como fonte de inoculação a mistura de solo-inóculo com três espécies de micorrizas vesicular-arbuscular (MVA): *Acaulospora* sp. *Gigaspora margarita* e *Entrophospora colombiana*. O trabalho teve a duração de um ano. Aos cinco meses, as plantas inoculadas em solo fumigado tiveram um crescimento superior aos demais tratamentos, mas, a partir do sexto mês o crescimento das mudas em composto superou o crescimento das plantas em solo fumigado, destacando-se as plantas inoculadas. No composto, a inoculação aumentou, em média, 75% a produção de matéria seca e 106% o P absorvido. Os resultados evidenciaram que os efeitos benéficos da micorriza VA em aumentar o crescimento da planta e a absorção de nutrientes do solo, pela muda de mangostão, foi maior em substrato com matéria orgânica.

Termos para indexação: micorriza, inoculação, composto.

GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF MANGOSTEEN SEEDLINGS WITH OR WITHOUT MYCORRHIZAL INOCULATION AND ORGANIC SUBSTRATUM

ABSTRACT: The effect of inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizae in increasing growth and mineral

Trabalho apresentado na 4ª Reunião Brasileira sobre Micorriza realizada em Mendes, RJ, no período de 10 a 13 de setembro de 1991.
Eng.-Agr. M.Sc. EMBRAPA-CPATU. Cx. Postal 48. CEP 66.017-970. Belém, PA.
Eng.-Agr. M.Sc. Bolsista do CNPq.

absorption of mangosteen seedling was evaluated in a pot trail, under greenhouse conditions. Fumigated yellow latosol and a compost made out of cow manure (1), sawdust (2) and soil from primary forest (2) were used as substratum. Inoculation was done at transplanting by using a mixture of soil inoculum of three species of vesicular-arbuscular mycorrhizae: *Acaulospora* sp., *Gigaspora margarita* and *Entrophospora colombiana*. The experiment was evaluated one year after inoculation. Up to the fifth month the inoculated plant in fumigated soil showed better growth. From the sixth month on, plant growth in compost was better than in fumigated soil, specially the inoculated ones which had a 75% increase in dry matter production and 106% increase in P absorption in relation to those not inoculated. According to the results, the effect of mycorrhization was greatest in the compost with organic material.

Index Terms: VA mycorrhizae, Inoculation, Compost.

INTRODUÇÃO

O mangostão (*Garcinia mangostana* L.) é citado na literatura como a rainha das frutas. Apesar do delicioso sabor, sua distribuição geográfica é muito restrita e seu cultivo limitado (Fairchild 1915; Müller et al. 1989). Isto porque o principal meio de propagação desta planta é através de germinação de sementes e a plântula necessita geralmente de oito a dez anos para atingir a maturidade e a frutificação (Fairchild 1915; Hume 1950; Bourdeaut & Morevil 1970). As mudas de mangostão possuem um sistema radicular pouco desenvolvido (Popenoe 1918; Hume 1950). A falta de pêlo absorvente e raízes finas têm contribuído para o aumento da dificuldade das mudas de mangostão em absorver água e nutrientes do solo. Nos primeiros anos de crescimento, as mudas de mangostão são muito suscetíveis à seca e respondem pouco à adubação, conforme informação de Carlos Hans Müller*.

O principal efeito benéfico da associação simbiótica entre fungo micorrízico e planta é o aumento significativo do crescimento da planta, proporcionando pelo aumento da absorção de nutrientes do solo pelas plantas (Hayman & Mosse 1972). A extensão deste aumento de

* Informação prestada pelo Dr. Carlos Hans Müller da EMBRAPA-CPATU à Dr^a Elizabeth Ying Chu.

pende da quantidade de fósforo disponível encontrada no solo e da espécie de planta (Mosse 1981). As plantas que possuem raízes pouco ramificadas e com pouco pêlo absorvente tendem a ser muito mais micorriza-dependente que as plantas com sistema radicular desenvolvido (Biemann & Lindermann 1983).

Na Amazônia, é recomendável o uso de matéria orgânica na formação de mudas e em cultivo no campo, devido à baixa fertilidade do solo e à perda de nutrientes minerais, via lixiviação. A matéria orgânica, além de melhorar as características físicas e químicas do solo, pode servir também como fonte de nutrientes (Costa 1985).

Conforme a quantidade de matéria orgânica contida no solo, o comportamento do fungo micorrízico é variável (Graham & Timmer 1984). Como na formação de mudas de mangostão, a matéria orgânica constitui grande parte do substrato utilizado, este estudo teve como objetivo verificar o efeito da micorrização no crescimento e nutrição mineral das mudas de mangostão em substrato, com e sem matéria orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido utilizando-se vaso de plástico com capacidade de dois quilos, em casa de vegetação do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - CPATU, em Belém, Estado do Pará, com duração de um ano, a partir da data de transplante e inoculação das plântulas, no período de junho de 1988 a junho de 1989. A temperatura deste período variou de 25°C a 32°C, umidade de 65% a 95% e intensidade de luz foi reduzida para 50% pelo uso de sombrite.

As sementes foram germinadas em casca de arroz carbonizada, tendo a emergência ocorrido aos 30 dias após a semeadura. As plântulas foram selecionadas para montagem do experimento.

Utilizaram-se dois tipos de substratos: solo coletado em área de mata do CPATU, à profundidade de 20cm, passado em peneira com abertura de 1cm², classifi

cado como Latossolo Amarelo, fumigado com brometo de metila, na dosagem de 264ml/m³; composto constituído de duas partes de solo de mata, uma de esterco de gado e duas de serragem.

Metade das plântulas de cada substrato recebeu o tratamento de inoculação e a outra metade não foi inoculada. Para preparação do inóculo foi utilizada mistura de solo-inóculo de três espécies de micorrizas vesicular-erbuscular (MVA): *Acaulospora* sp., *Gigaspora margarita* e *Entrophospora colombiana*, provenientes dos vasos de cultivo, contendo *Brachiaria decumbens* como planta hospedeira. Foram depositados em contato direto com as raízes da plântula, durante o transplantio para vaso, 30g dessa mistura, contendo 863 esporos de *Acaulospora* sp., 84 de *Gigaspora margarita* e 665 de *Entrophospora colombiana*. Foram adicionados em todos os vasos para uniformizar a população de outros microorganismos contidos no solo 10ml de filtrado de solo-inóculo, isento dos esporos de fungo MVA, obtido através de diluição desse solo em água e passado cinco vezes em papel de filtro comum.

Todas as plantas receberam adubação de 0,23g de uréia + 1,00g de Yoorin + 0,19g de Cloreto de potássio por planta, aplicada como cobertura, no quinto mês após a inoculação.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com cinco repetições e uma planta por parcela.

Na avaliação foram tomados dados de altura da planta, diâmetro de coleto e número de folha. Em seguida, as plantas foram separadas em parte aérea e raiz, cortando-se na região de coleto. As raízes foram lavadas, pesadas e separadas em duas partes, sendo uma para coloração e a outra para secagem e conversão do peso fresco para peso seco. A área foliar foi determinada pelo medidor digital "L.I. - 300 nº 1454". As folhas foram lavadas com água destilada antes de serem levadas para estufa, com ventilação forçada a 65°C, até atingirem o peso constante, quando foi determinado o peso seco.

A clarificação e a coloração das raízes foram feitas pelo método descrito por Phillips & Haymann

(1970). Foram montados em lâmina e posteriormente observados em microscópio, 25 segmentos de raízes de aproximadamente 0,5cm de comprimento por repetição, para determinação da percentagem do comprimento das raízes colonizadas.

Após a remoção da planta, foram separados e peneirados, 30g de solo por repetição, pelo método descrito por Gerdmann & Nicolson (1963) e centrifugados em 50% de solução de sacarose a 1.500rpm, durante três minutos, para extração dos esporos. A suspensão de esporos foi observada com lupa, para determinar o número de esporos e a contaminação possivelmente ocorrida.

As análises foliar e de solo foram realizadas no Laboratório de Solos do CPATU. A análise estatística foi conduzida na Central de Apoio Estatístico e Socioeconômico (CAESE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas dos substratos são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Resultados das análises químicas de amostras de solo fumigado e do composto que representaram os substratos experimentais.

Característica	Valor	
	Solo	Composto
C (%)	1,26	2,26
M.O. (%)	2,17	3,89
N (%)	0,08	0,13
C/N	16	17
Ca ⁺⁺ (meq/100g TFSA)	0,36	1,54
Mg ⁺⁺ (meq/100g TFSA)	0,18	1,34
K ⁺ (meq/100g TFSA)	0,06	0,34
P ₂ O ₅ (mg/100g Carolina do Norte)	1,04	9,28
pH - H ₂ O	4,1	5,5
HCl	3,7	4,5

Análises realizadas no Laboratório de Solos do CPATU.

Até cinco meses após a inoculação, as plantas cultivadas em solo fumigado tiveram crescimento superior ao das plantas desenvolvidas no substrato composto.

Devido à liberação dos nutrientes e ao pH mais elevado no substrato composto, que continha matéria orgânica, a partir do quinto mês, as plantas tiveram o crescimento acelerado, superando o desenvolvimento das crescidas no solo fumigado (Tabela 2).

TABELA 2. Efeito de inoculação micorrízica e substratos sobre crescimento de plântulas de mangostão, um ano após a inoculação.

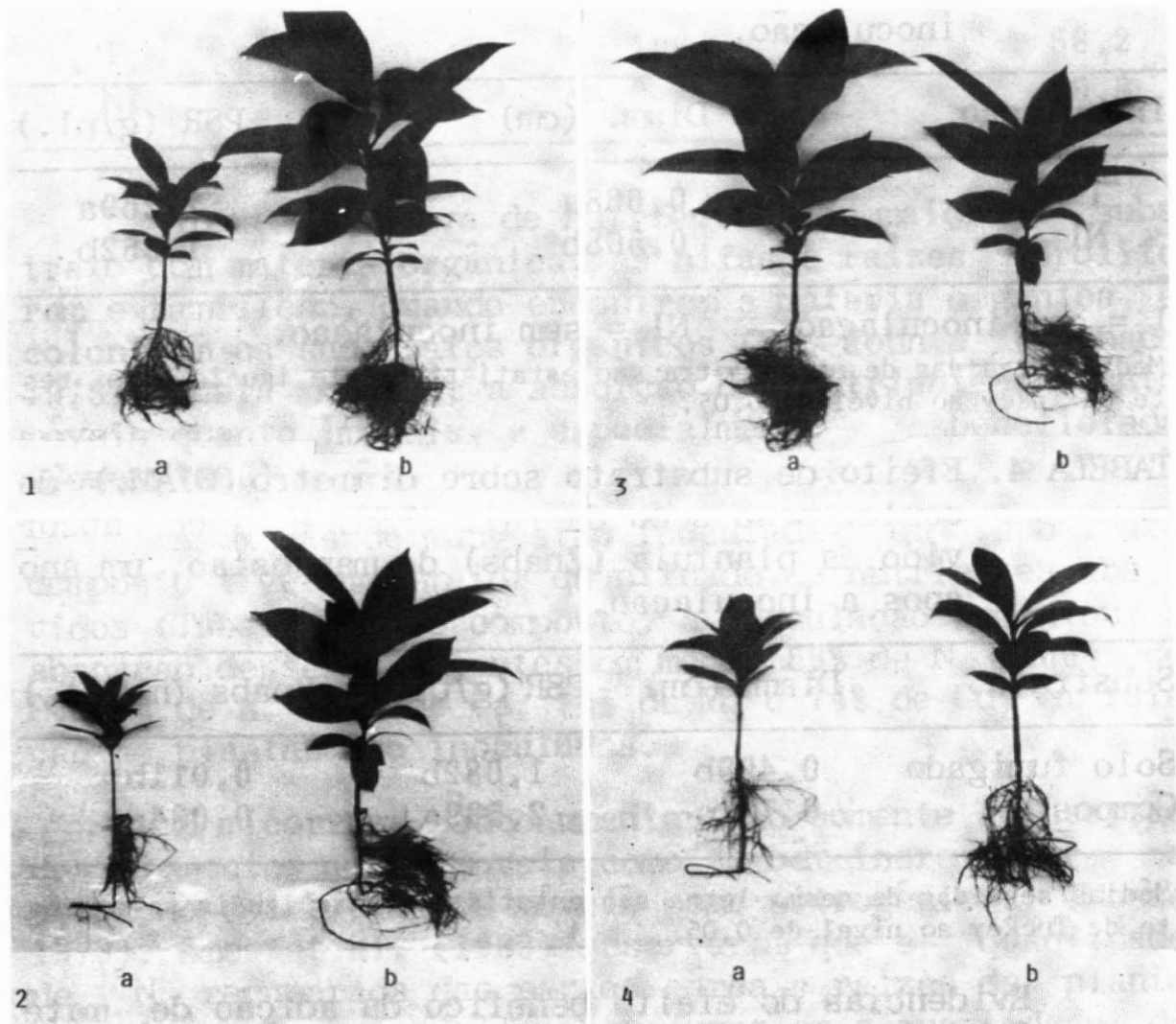
Inoculação	Substrato	
	Solo fumigado	Composto
	----- Altura (cm) -----	
I	11,64 a B	30,86 a A
NI	10,74 a B	22,94 b A
	----- Número de folha/pl. -----	
I	11,20 a B	20,40 a A
NI	11,20 a B	18,00 b A
	----- Área foliar cm ² /pl. -----	
I	216,00 a B	1205,52 a A
NI	174,97 a B	751,96 b A
	----- Matéria seca g/pl. -----	
I	2,982 a B	14,64 a A
NI	2,198 a B	8,38 b A

I = com micorriza; NI = sem micorriza.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e da mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 0,05.

O efeito de inoculação não foi estatisticamente significativo em solo fumigado. O máximo crescimento da planta foi obtido em tratamento de inoculação com micorriza no substrato composto, seguido pelo tratamento sem inoculação no substrato composto, com inoculação no solo fumigado e sem inoculação no solo fumigado (Fig. 1). No substrato composto, a inoculação aumentou, em média, 35% a altura da planta; 13% o número de folhas emitidas;

60% a área foliar e 75% a produção de matéria seca em relação às plantas não inoculadas, conforme mostrou a Tabela 2.



- 1 - a: Solo fumigado com micorriza
b: Composto com micorriza
- 2 - a: Solo fumigado sem micorriza
b: Composto sem micorriza
- 3 - a: Composto com micorriza
b: Composto sem micorriza
- 4 - a: Solo fumigado sem micorriza
b: Solo fumigado com micorriza

FIG. 1. Comparação das mudas de mangostão micorrizadas ou não em substrato de solo fumigado ou composto, um ano após a inoculação.

A inoculação e o substrato composto proporcionaram independentemente o aumento significativo do diâmetro do caule e do peso seco das raízes (Tabelas 3 e 4).

TABELA 3. Efeito de inoculação micorrízica sobre diâmetro (DIÂM.) do caule e peso seco de raiz (PSR) da plântula de mangostão, um ano após a inoculação.

Inoculação	Diâm. (cm)	PSR (g/pl.)
I	0,668a	2,269a
NI	0,568b	1,352b

I = com inoculação; NI = sem inoculação.

Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 0,05.

TABELA 4. Efeito de substrato sobre diâmetro (DIÂM.) do caule, peso seco da raiz (PSR) e zinco absorvido da plântula (Znabs) de mangostão, um ano após a inoculação.

Substrato	Diâm. (cm)	PSR (g/pl.)	Znabs (mg/pl.)
Solo fumigado	0,499b	1,082b	0,011b
Composto	0,737a	2,539a	0,084a

Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais pelo teste de Tuckey ao nível de 0,05.

Evidências do efeito benéfico da adição de matéria orgânica sobre a micorrização foram obtidas por Souza (1987), em estudos realizados com cafeeiro. Nesse trabalho, o máximo crescimento das mudas de cafeeiro ocorreu no tratamento que continha matéria orgânica no substrato fumigado e inoculação com *Gigaspora margarita*.

Devido o composto utilizado neste trabalho não ter sido fumigado, foi encontrada uma população de esporos de micorriza nativa que provavelmente causou a infecção radicular das mudas de mangostão, beneficiando o crescimento e absorção de nutrientes da planta, embora bem menor do que as inoculadas, porém, maior do que as inoculadas em solo fumigado (Tabela 5).

TABELA 5. Número de população recuperada de esporo de fungo micorrízico do substrato (média de cinco rep. de 30 g/vaso).

Inoculação	Substrato	
	Solo fumigado	Composto
I	1,6	58,2
NI	0	20,8

Além da reserva de nutrientes ser maior no substrato com matéria orgânica, as hifas e raízes proliferam e ramificam, quando encontram a matéria orgânica e colonizam os substratos orgânicos (St. John & Machado 1978). Desta maneira, a absorção dos nutrientes, tanto móveis quanto imóveis, é especialmente beneficiada (Bowen 1980).

As mudas de mangostão inoculadas em substrato composto tiveram a maior quantidade de nutrientes absorvidos (Tabela 6). No composto, a inoculação aumentou a absorção desses nutrientes em média 66% de N, 106% de P, 53% de K, 100% de Ca, 78% de Mg e 74% de Cu, em relação às plantas não inoculadas.

A micorriza pode aumentar não somente a absorção dos elementos menos móveis como também incrementar a absorção dos elementos móveis como nitrogênio (Mosse 1973). Ames et al. (1983) observaram que a quantidade de ^{15}N recuperada das partes aérea e raízes de planta de salsa micorrizada foi bem superior à quantidade de ^{15}N recuperada de plantas não micorrizadas, evidenciando um aumento da absorção e translocação deste elemento proporcionado pela micorrização. A matéria orgânica é a fonte mais importante de nitrogênio para a planta (Sanches 1976). A micorrização pode aumentar a absorção de nitrogênio orgânico simples através da proliferação das hifas entre a matéria orgânica (St. John et al. 1983, St. John 1983).

A maioria dos solos do trópico úmido tem capacidade de fixar fósforo, tornando-o, assim, menos disponível para as plantas. O principal benefício da micorrí

zação é maximizar a absorção de fósforo em solos com baixo teor e alto poder de fixação deste elemento. A micorrização pode aumentar o volume de solo explorado pelas hifas (Cooper 1984) e a absorção de fósforo no momento em que é solubilizado ou liberado (Owusu-Bennoah & Wild 1980). A fosfatase ácida produzida pela micorriza pode aumentar mais a hidrolização do fósforo orgânico do que as fosfatases produzidas pelas raízes não infectadas (Cooper 1984) e a produção de fosfatase pode aumentar pela proliferação das hifas na presença de fósforo orgânico (St. John 1983).

TABELA 6. Efeitos de inoculação micorrízica e substratos sobre absorção de nutrientes de plântulas de mangostão, um ano após a inoculação.

Inoculação	Substrato	
	Solo fumigado	Composto
	----- N abs. (mg/pl.) -----	
I	37,40 a B	198,40 a A
NI	31,20 a B	119,40 b A
	----- P abs. (mg/pl.) -----	
I	2,8 a B	28,40 a A
NI	2,0 a B	13,80 b A
	----- K abs. (mg/pl.) -----	
I	30,4 a B	180,0 a A
NI	25,0 a B	118,0 a A
	----- Ca abs. (mg/pl.) -----	
I	16,6 a B	99,0 a A
NI	13,6 a B	49,4 b A
	----- Mg abs. (mg/pl.) -----	
I	4,4 a B	19,2 a A
NI	3,6 a B	10,8 b A
	----- Cu abs. (mg/pl.) -----	
I	0,013 a B	0,066 a A
NI	0,010 a B	0,038 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e da mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 0,05.

Na presença de matéria orgânica, foi obtido um aumento de até 240% de P através da inoculação com MVA em cafeeiro (Souza 1987).

O mecanismo da micorrização em aumentar a absorção de K, Mg, Ca, Cu e Zn não está ainda bem esclarecido na literatura e os resultados são variáveis (Mossé 1973, Bensoi & Covey 1976). A absorção destes nutrientes pode ser influenciada pelo nível de fósforo no solo e infecção micorrízica das raízes (Cooper 1984). Embora as hifas de MVA possam translocar outros elementos além do fósforo, as quantidades desses elementos absorvidos geralmente são inferiores, em relação ao fósforo, e a capacidade da translocação dos elementos varia entre as espécies de MVA (Cooper & Truper 1978; Vander Zaag et al. 1979).

O substrato composto aumentou significativamente quantidade de Zn absorvido pela planta, independente do tratamento de inoculação conforme apresentado na Tabela 4. O aumento da absorção de zinco observado neste trabalho foi resultado do substrato usado, independente ao tratamento de inoculação com MVA. Como existe uma população de micorriza VA nativa em substrato composto, seu efeito na absorção de zinco não pode ser totalmente ignorado.

Devido à textura lenhosa e à cor escura do sistema radicular do mangostão, não foi possível avaliar a colonização das raízes pelo método de coloração normalmente utilizado. A modificação na metodologia de coloração é necessária para avaliar a percentagem de colonização das raízes do mangostão.

CONCLUSÕES

- A presença de matéria orgânica em substrato usado para formação de mudas de mangostão beneficiou, além do desenvolvimento e nutrição mineral das plantas, o aumento do efeito da micorrização.

- As espécies de fungo micorrízico vesicular-arbuscular introduzidas competiram com as espécies nativas, existentes no composto, e beneficiaram o desenvol

vimento e nutrição mineral das plantas de mangostão em uma extensão bem maior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMES, R.; REID, C.; PORTER, L.; CAMBARDELLA, C. Hyphal uptake and transport of nitrogen from two ^{15}N -labelled sources by **Glomus mosseae**, a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. **New Phytology**, Cambridge, v.95, n.3, p.381, 1983.
- BENSOI, N.R.; COVEY, R.P. Response of apple seedlings to Zinc fertilization and mycorrhizal inoculation. **Horticultural Science**. v.11, n.3, p.252, 1976.
- BIEMANN, B.; LINDERMAN, R.C. Use of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots, intraradical vesicles and extraradical vesicles as inoculum. **New phytology**, Camdrige, v.95, n.1, p.97, 1983.
- BOURDEAUT, I.; MOREVIL, C. Mangoustancier ses possibilites de culture en côte. **Fruits**, Paris, v.25, n.4, p.223-245, 1970.
- BOWEN, G.D. Mycorrhizal roles in tropical plants and ecosystems. In: MIKOLA, P. **Tropical mycorrhizae research**. Oxford: Clarendon, 1980. p.165-190.
- COOPER, K.M. Physiology of VA mycorrhizal association. In: POWELL, C.L.I.; BAGYARAY, D.J. **VA mycorrhiza**. Boca Raton: CRC Press, 1984. p.155-186.
- COOPER, K.M.; TRUPER, P.B. Translocation and transfer of nutrients in vesicular-arbuscular mycorrhizae. II Uptake and translocation of phosphorus, zinc and sulphar. **New Phytology**, Cambridge, v.81, n.1, p.43-52, 1978.
- COSTA, M.B.B. da. O papel do adubo orgânico na saúde e fertilidade do solo. In: COSTA, M.B.B. da Coord. **Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura**. São Paulo: Icone, 1985. Cap. 3, p.19-27.
- FAIRCHILD, D.G. The mangosteen. **Journal of Heredity**, Washington, v.6, n.8, p.339-347, 1915.
- GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v.46, p.235-244, 1963.
- GRAHAM, J.H.; TIMMER, L.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizal development and growth response of rough lemon in soil and soilless media: effect of phosphorus source. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.109, n.1, p.118-121, 1984.

- HAYMAN, O.S.; MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhizae. III Increased uptake of labile P from soil. **New Phytology**, Camdrifge, v.71, n.1, p.41-47, 1972.
- HUME, E.P. Difficulties in mangosteen culture. **Malayan Agriculture Journal**, Kuala Lumpur, v.33, n.2, p.104-107, 1950.
- MOSSE, B. Advances in the study of the vesicular-arbuscular mycorrhizae. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.11, p.171-196. 1973.
- MOSSE, B. **Vesicular-arbuscular mycorrhizae research for tropical agriculture**. Hawaii: Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. College of Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 82p.
- MULLER, C.H.; CALZAVARA, M.B.B.G.; GUIMARÃES, A.D.G. **Mangostão**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1989. 6p. (EMBRAPA-CPATU. Recomendações Básicas, 14).
- OWUSU - BENNOAH, E.; WILD, A. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the size of the labile pool of soil phosphate, **Plant and Soil**, Dondrecht, v.54, n.2, p.233-242, 1980.
- PHILLIPS, I.M.; MAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. **Transactions of the British on Mycological Society**. Cambridge, v.55, n.1, p.158-161, 1970.
- POPENDE, W. The mangosteen in America. **Journal of Heredity**, Washington, v.19, n.12, p.537-545, 1928.
- SANCHES, P.A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: John Wiley and Sons, 1976. 618p.
- SOUZA, C.A.S. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro inoculadas com Gigaspora margarita em substrato com e sem matéria orgânica e diferentes doses de superfosfato simples**. Lavras: ESAL, 1987. 237p. Tese Mestrado.
- ST. JOHN, T.V. Response of tree roots to decomposing organic matter in two lowland Amazonian rain forests. **Canadian Journal Forestry Research**, Ottawa, v.13, n.2, p.346, 1983.
- ST. JOHN, T.V.; COLENAN, D.C.; REID, C.P.P. Association of vesicular-arbuscular mycorrhizal hyphae with soil organic particles, **Ecology**, Durham, v.64, p.957, 1983.
- ST. JOHN, T.V.; MACHADO, A.D. Evidência da ação de microorganismos na ramificação de raízes. **Acta Amazônica**, Manaus, v.8, p.9, 1978.
- VANDER ZAAG, P.; FOX, R.L.; PENA, R.S. de la; YOST, R.S. P nutrition of cassava including mycorrhizal effects on P.K.S. Zn and Ca uptake, **Field Crops Research**, Amsterdam, v.2, p.253, 1979.